

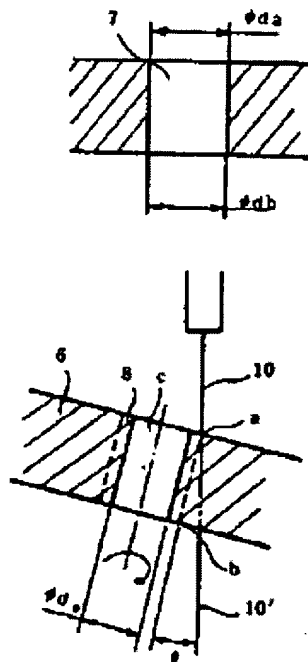
BORING MACHINING METHOD BY USING LASER BEAM AND METHOD FOR FORMING NOZZLE INJECTION HOLE IN FUEL INJECTION VALVE BY UTILIZING THIS

Patent number: JP3060887
Publication date: 1991-03-15
Inventor: KOSUGE TOKUO; KUBOTA EIICHI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: B23K26/00; F02M61/18
- european:
Application number: JP19890196228 19890728
Priority number(s): JP19890196228 19890728

Report a data error here

Abstract of JP3060887

PURPOSE: To uniformly finish hole diameter by boring a prepared hole, inclining laser beam to the center axis, setting the inclined angle to angle getting extending line of the beam off to outside, matching a focus of the beam with the starting position and executing irradiation of the beam while rotating a material to be machined. **CONSTITUTION:** The prepared hole (c) having phido under remaining finishing thickness 8 is bored to the material 6 to be machined. Successively, the finish process with the laser beam irradiation is executed. The inclined angle theta for the laser bear 10 is set to the angle getting off to the outside from range of the finishing thickness 8 as the extending line 10 of laser beam progresses from the starting position to ending position. By executing the irradiation while matching the focus of laser beam 10 with the starting position (a) in the finishing thickness 8 and rotating the material 6 to be machined, hole diameter at the inlet side (a) part and hole diameter at the outlet side (b) part in the finishing hole (c) are almost equalized. Reason for this is considered that energy of the laser beam is reduced as coming to the ending position. By this method, the hole diameter in the material to be machined can be almost uniformly finished without developing any burr, etc.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A) 平3-60887

⑤ Int. Cl.³B 23 K 26/00
F 02 M 61/18

識別記号

3 3 0
3 6 0 D

庁内整理番号

7920-4E
8311-3G

④ 公開 平成3年(1991)3月15日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全7頁)

⑥ 発明の名称 レーザビームを用いた孔あけ加工法及びこれを利用した燃料噴射弁
のノズル噴孔形成法

⑪ 特 願 平1-196228

⑫ 出 願 平1(1989)7月28日

⑬ 発 明 者 小 菅 徳 男 茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社日立製作所佐和
工場内

⑭ 発 明 者 久 保 田 栄 一 茨城県勝田市大字高場2520番地 株式会社日立製作所佐和
工場内

⑮ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑯ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

レーザビームを用いた孔あけ加工法及びこれを利用した燃料噴射弁のノズル噴孔形成法

2. 特許請求の範囲

1. 被加工物に取りしろを残してφd₀なる下孔(下穴)をあける工程と、

前記取りしろをレーザビーム照射により溶解、除去して、孔径を目標径φdとなるように仕上げ加工する工程とを有し、

前記仕上げ工程では、前記下孔の中心軸に対して前記レーザビームを傾け、且つこのレーザビームの傾き角θは、レーザビームの延長線がその始端から終端にむけて進むにつれて前記取りしろの領域よりも外側に次第にそれる角度に設定し、このレーザビームの焦点を前記取りしろの始端位置に合わせて、前記被加工物を回転させながらレーザビームの照射を行うことを特徴とするレーザビームを用いた孔あけ加工法。

2. 第2請求項において、前記下孔は、ドリル等

の機械的な穿孔手段を用いて行うようにした、レーザビームを用いた孔あけ加工法。

3. 第1請求項又は第2請求項において、前記レーザビームの傾き角θを設定する場合には、予めシミュレーションにより、前記下孔の取りしろに、この孔の中心軸に対して平行なレーザビームを該取りしろの始端位置に焦点を合わせつつ照射して、この照射により仕上げられた始端位置の孔径φd_aと終端位置の孔径φd_bとの差で決まる孔の仕上げ精度誤差角度θ'を求め、このθ'に等しい或いはこれに近い傾き角になるようにθを設定する、レーザビームを用いた孔あけ加工方法。

4. 燃料噴射弁の噴孔をノズル本体に形成する場合に、ノズル本体に予め取りしろを残してφd₀なる下孔を機械的な穿孔手段によりあける下孔工程と、

前記下孔工程後に、レーザビーム照射により取りしろを溶解、除去して、前記噴孔を目標の孔径φdとなるように仕上げ加工する工程とを

有し、

前記仕上げ工程では、前記下孔の中心軸に対して前記レーザービームを傾け、且つこのレーザービームの傾き角は、レーザービームの延長線がその始端から終端にむけて進むにつれて前記取りしりの領域よりも外側に次第にそれる角度に設定し、このレーザービームの焦点を前記取りしりの始端位置に合わせて、前記ノズル本体を回転させながらレーザービームの照射を行い、

且つ、この仕上げ工程後に、前記噴孔の入口及び出口の少なくとも一方のエッジに対して、レーザービーム照射によりアール面取りを行うことを特徴とする燃料噴射弁のノズル噴孔形成法。

5. 第4請求項において、前記噴孔の孔径 ϕd は、その孔の長さを l とした場合、 $\phi d / l \leq 1$ となるような関係に設定してなる燃料噴射弁のノズル噴孔形成法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、レーザービームを用いた孔あけ加工法、

前記した従来技術のうち、電磁式燃料噴射弁の孔あけ技術のように、下孔工程と、研削による仕上げ工程を要するものは、焼き入れを施した硬質の被加工物に適用されるが、仕上げ工程を機械的な研削により行う場合には、さらに次のような作業を必要とする。

すなわち、仕上げ工程では、砥石を回転と同時に孔の軸方向に上下運動させるために、孔の入口側と出口側に研削時のばりや、かえりが発生する。そして、このようなばり、かえりを除去するために、ノズル本体の加工時に、成形砥石による機械加工や、テーパ状の押しつけピンを使用しての剥離加工を行っていた。しかし、これらのばり除去作業は、砥石の摩耗、ばり高さの不均一による剥離加工のばらつき等により、除去作業を行った後でも、製品のばらつきが発生し、品質の均一性を確保するのが難しかった。

このような品質のばらつきは、例えば、燃料噴射弁のようなノズルを被加工物とした場合には、ノズルをインジェクタに組み込むと、次のような

及びこれを利用した燃料噴射弁のノズル噴孔形成法に関する。

〔従来技術〕

例えば、電磁式燃料噴射弁のノズル噴孔のような微細孔を穿設する場合には、従来は、次のようにして行われていた。

① 先ず、ノズル本体となる被加工物に取りしりを残して仕上り径 ϕd より小さい下孔(下穴)をドリル等であける(下孔径を ϕd_0 とする)。

② 次に、 ϕd_0 より小さい径の砥石を用い、下孔が ϕd になるまで研削加工する。

なお、このような電磁式燃料噴射弁の従来技術としては、例えば、特開昭60-19957号公報に開示されている。

また、その他の孔あけに関する従来技術としては、軟質性ワークに対しては、例えば特開昭62-9790号公報に開示されるようにレーザービームを照射して、その熱エネルギーによる加熱溶融を利用して、孔あけを行うものがある。

〔発明が解決しようとする課題〕

現象が発生する。

これを、第8図により説明する。第8図の符号の5はボール弁、6はノズル本体、7は噴射孔で、図示するように、ボール弁5とノズル本体6との間を流れる燃料は、燃料入口部aにばり8が残留すると、通過する燃料の一部が燃料入口部a付近にて渦巻流となってノズル本体6の壁面から剥離する。そのため、燃料噴射量の安定性を損なうばかりか、噴霧のばらつき、微粒化を低下させる原因となる。

以上の事情を配慮して、最近では、仕上げ加工の取りしり除去を、砥石のような機械研削方式にかえて、レーザービームの熱エネルギーで除去することが提案されている。

第2図及び第6図は、本発明者らが当初に試みたレーザービームによる仕上げ工程を示し、第2図(a)、第6図(a)はレーザービーム照射状態を、第2図(b)、第6図(b)はその仕上げ後の状態を示すものである。この試みでは、第2図(a)、第6図(a)に示すように噴孔7仕上げ前の下孔 ϕ

の中心軸に対してレーザービーム10を平行にして、ノズル本体6を回転させつつレーザー照射を行い〔レーザーの焦点は、孔の入口側（始端位置）aに合わせられる〕、このレーザービームの熱エネルギーのよって取りしろ8を溶解、除去する方式を採用した。

しかしながら、この方式によれば、第2図(b)第6図(b)に示すように孔の入口側aに対して出口側（終端位置）bの仕上げ孔径が小さくなり、孔が片側 θ' のテーパ状の孔となる。これは、レーザービームのエネルギーの方向性は孔と平行となる反面、入口側aにレーザービーム10の焦点を合わせているために、レーザービームが孔の出口側bに向かうにつれて、レーザーエネルギーが低減し、被加工物の取りしろ8の溶解量が徐々に減少するので、入口側aと出口側bとの孔径 ϕda 、 ϕdb とに差が生じるためと考えられる。

このようなテーパ形状の孔は、燃料噴射弁のようなノズル噴孔7に適用した場合、その噴孔7の長さ l がどの製品にも均一に保たれれば、各製品

同士の噴孔のテーパ角 θ' も同じ仕様とすることができ、問題はない。

しかし、実際には、噴孔7の長さ l は、ノズル本体（被加工物）の板厚のばらつきの影響によって、どれもが均一性を確保することは困難である。そのため、各製品同士の噴孔の入口側aの孔径 ϕda 、出口側bの孔径 ϕdb の仕様を同じくできても、 l が変化することでテーパ角 θ' に変化が生じ、噴孔の形状の均一性を保つことが難しい。

そして、噴孔の形状のばらつきによって、それぞれの孔の流量係数がまちまちとなり、流量精度にばらつきが生じることになる。従って、量産される噴射弁の場合には、噴孔の長さ全体にわたって均一な孔径であることが、上記問題を回避する上で望まれる。

本発明は、以上の点に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、下孔工程、仕上げ工程等により孔あけ加工を行う場合に、その仕上げ工程において、ばり等の発生がなく、作業能率の向上を図り、且つ、被加工孔の孔径をその長さ全体

にわたり略均一に仕上げることのできる孔あけ加工法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

第1図は、本発明の基本的な原理を示す。

すなわち本発明は第1図(a)に示すように、(イ)被加工物6に取りしろ（点線で示す領域）8を残して ϕd なる下孔cをあける工程と、

取りしろ8をレーザービーム10の照射により溶解、除去して、孔径を目標径 ϕd となるように仕上げ加工する工程とを有し、

前記仕上げ工程では、下孔cの中心軸に対してレーザービーム10を傾け、且つこのレーザービーム10の傾き角 θ は、レーザービームの延長線10'がその始端から終端にむけて進むにつれて取りしろ8の領域よりも外側に次第にそれる角度に設定し、このレーザービーム10の焦点を取りしろ8の始端位置aに合わせて、被加工物6を回転させながらレーザービームの照射を行うようにする。

〔作用〕

このような構成よりなる本発明によれば、まず、前記の如くレーザービームの傾きを設定すると、レ

仕上げの前提条件として、(イ)の下孔工程が行われるが、この下孔cは、通常、ドリルその他適宜の機械的穿孔手段で行われる。

次いで、(ロ)のレーザービーム照射による仕上げ工程が行われる。そして、本発明では、このレーザー光照射を行う場合、前述したように、下孔cの中心軸に対してレーザービーム10を傾けて行う。このレーザービーム10の傾き角 θ は、レーザービームの延長線10'がその始端から終端にむけて進むにつれて取りしろ8の領域よりも外側に次第にそれる角度に設定する。そして、このレーザービーム10の焦点を取りしろ8の始端位置aに合わせて、被加工物6を回転させながら行くと、仕上げ孔cの入口側a部の孔径 ϕda と出口側b部の孔径 ϕdb とが、 $\phi da \approx \phi db$ となり、第1図(b)に示すように仕上げ孔7の長さ全域にわたり孔径が略均一となる結果が得られた。

その理由は次のように考えられる。すなわち、

ーザビーム10の照射方向が照射の終端bに向かうにつれて、取りしろ8の領域よりも外側に徐々にそれる。そのため、レーザービーム10の熱エネルギーは、角度 θ にそって被加工物6を溶解、除去しようとするわけであるが、レーザービームの焦点をaの位置に合わせてレーザー照射を行っているので、終端bに至るにつれてレーザービームのエネルギーが低減し、その分、溶解量が減少し、この減少分と前記取りしろの外側に外れようとするレーザービームの働きが相殺し合って、実際の取りしろの角度は、 θ よりも狭められ、その結果、目標の取りしろ8の幅に近づくためと考えられる。

なお、下孔cの中心軸に対するレーザービーム10の最適傾き角 θ は、被加工物の材質、仕様等に対応して変わる。その目安としては、例えば、実際の製作にあたり、予めシミュレーションにより、第2図に示す如く、下孔工程の ϕd の孔の取りしろに、この孔の中心軸に対して平行なレーザービーム10を取りしろの始端に焦点を合わせつつ照射し、この照射により仕上げられた孔の始端位置

され、弁シート12の下流に噴孔7が形成され、弁シート12の上流に燃料に旋回力を付与するスワラー9が組み込まれる。スワラー9の内周には、ボール弁5を案内するようにしてセットし、ボール弁5は、ばね11の力により弁シート12に圧接している。

本実施例のインジェクタは、電磁コイル4を通電すると、ヨーク1、固定コア13、プランジャ3が磁気回路を形成して、プランジャ3が固定コア13側に吸引されて、ボール弁5が弁シート12から離れる。

そして、インジェクタ1内に流入した燃料は、スワラー9の燃料旋回溝9aを介してボール弁5と弁シート12間の環状すき間を通り、噴孔7で計量されつつ外部に噴射される。

このような計量を行う噴孔7は、加工に際して、流量の再現性を図り得るよう精度が要求される。

ここで、本実施例で適用される噴孔7の加工法の具体例を第5図により説明する。

第5図は、噴孔7の仕上げ段階の工程を示すも

の孔径 ϕda と終端位置の孔径 ϕdb との差で決まる孔の仕上げ精度誤差角度 θ' を求め、 θ' と同程度或いはこれに近い角度にすればよい。換言すれば、中心軸と平行なビーム照射では、仕上げ孔7が θ' の傾きで徐々に孔が径小化するので、この θ' の径小化を見込んで、これと相殺するような傾き角 θ を設定することが、好ましい結果が得られる。

〔実施例〕

本発明の一実施例を第3図、第4図、第5図、第7図に基づき説明する。

第3図は、本発明の適用対象となる電磁式燃料噴射弁（以下、インジェクタと称する）の縦断面図、第4図は、その要部断面図である。

第3図のインジェクタ1は、ヨーク1内に、ボビン2に嵌装された電磁コイル4と、ボール弁5付きのプランジャ3、戻しばね11、固定コア13を内蔵し、インジェクタ1の下部にノズル本体6が装着されている。

ノズル本体6の内部には、弁シート12が形成

ので、その前提としては、取りしろ8（第1図参照）を残して ϕd なる下孔cがドリル等の機械工作で穿孔されている。

インジェクタの噴孔7の仕様は、例えば、孔径が $\phi 0.35 \sim 1.5\text{mm}$ で、長さが $0.5 \sim 1.5\text{mm}$ 程度の微細孔で、ノズルの材質は、鉄系のSOS440を焼き入れ硬化したものが使用される。

そして、仕上げ工程を行う場合には、取りしろ除去にレーザービームを照射して行うが、この場合、レーザー照射の安定性を保つために、電力容量及び焦点を一定にして行われる。この焦点は、取りしろの始端位置、すなわち噴孔7の入口側a部に合わせてある。

また、レーザービーム10は、孔の中心軸に対して傾けて行われるが、この場合の傾きは、基本的には、第1図に示す如くレーザービーム10の照射方向の延長線10'が設定の取りしろ領域8よりも外側に次第にそれる方向に設定する。

この設定は、予めシミュレーションにより、下孔工程の済んだ取りしろに、第6図に示す如く、

孔の中心軸に対して平行なレーザービームを取りしるの始端位置に焦点を合わせつつ照射し、この照射により仕上げられた孔の始端の孔径 ϕd_a と終端の孔径 ϕd_b (第6図の場合には、既述したように ϕd_b と ϕd_a とは、レーザービームエネルギーが孔の始端aより終端bに移行するにつれて低減するため、その分、終端に進行するほど単位時間当たりの取りしろ溶解量が減少し、 $\phi d_b < \phi d_a$ の関係にある)との差で決まる孔の仕上げ精度誤差角度 θ' を求め、これと略等しい角度に設定している。

そして、このような設定条件のもとでノズル本体6を所定の回転速度で回転させつつ、レーザービームの照射を行う。

このレーザービーム加工法によれば、仕上げ工程後の噴孔7の孔径を測定した結果、噴孔7の入口側a部と出口側b部との孔径 ϕd_a と ϕd_b とが、 $\phi d_a \approx \phi d_b$ で、その入口a部から出口b部に至るまでの孔の全長にわたり、孔径が均一な円筒状の噴孔を得ることができた。

るような面取り加工を施す。

このアール面取りを施すために、噴孔7の仕様は、孔径を ϕd とし、長さを l とした場合、 $\phi d / l \leq 1$ なる関係に設定してある。

このような関係に設定する理由は、仮に逆の $\phi d / l \geq 1$ なる関係にした場合には、 ϕd の l に対する比率が大きくなり過ぎて、アールも大きくなり過ぎ、その分、長さ l が犠牲になって、有効オリフィス長 l を確保できなくなるためである。

しかし、本実施例によれば、次のような効果を奏する。

(イ) 噴孔7の仕上げ工程をレーザービーム照射で行うので、従来の機械式の研削加工のように、噴孔の入口及び出口にばり、かえりが生ぜず、且つ、アール面取りが同時に施すことができるので、第7図に示す如く燃料の剥離現象がなく、噴射量の安定化、噴霧のばらつき、微粒化の低下を防止できる。

(ロ) また、量産される製品間の噴孔7の長さ l がばらついても、噴孔7の孔径を長さ全体にわた

り円筒上の噴孔7が得られる理由は、発明の作用の項でも述べたように、孔の中心軸に対するレーザービームの照射方向が、孔の終端bに向かうにつれて、取りしろよりも外側に徐々にそれるような傾き角 θ に設定するため、レーザービーム10が、角度 θ にそって取りしろを溶解、除去しようとする反面、焦点を始端aの位置に合わせてレーザー照射を行うので、終端bに至るにつれてレーザービームのエネルギーが低減し、その分、溶解量が減少して、実際の取りしろの角度は、 θ よりも狭められて、両者の相反する作用の結果、目標の取りしろ幅に近づくためと考えられる。

特に、本実施例のように、中心軸に対するレーザービームの傾き角 θ を、第6図のような平行レーザービーム照射した時の仕上げの精度誤差角度 θ' と同程度にすれば、 θ' と θ とが打消しあって、孔径の均一化を最も図ることができる。

本実施例では、レーザー照射により円筒状の孔7を得た後に、その孔の入口側a部と出口側b部との角部に、第5図(b)の如くアール面を形成す

って均一化できるので、各製品の流量係数の均一化を図ることができ、製品間の燃料噴射の再現性をも図ることができる。

(ハ) レーザービーム照射の仕上げ加工は、機械研削によるものに較べて、短時間で行うことが可能で、且つ従来のようなばり除去作業を必要としないので、仕上げ加工時間を従来の略1/40と短縮することができ、生産性の面でも大幅な向上を図ることができる。

〔発明の効果〕

以上のように本発明によれば、下孔工程、仕上げ工程等を経て孔あけを行う場合に、その仕上げ工程において、レーザービーム加工方式を採用するので、ばり等の発生がなく作業時間及び能率の向上を図り、且つ、レーザービームの照射に工夫を凝らすことで、レーザービームの電力容量、焦点位置を一定に保ちつつ、複雑なレーザービーム制御を行うことなく、被加工孔の孔径をその長さ全体にわたり略均一に仕上げることでできるといった、優れた効果を奏し得る。

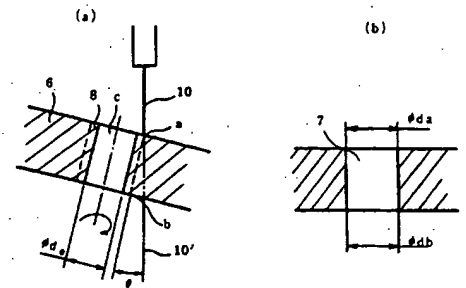
4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の基本原理を示す説明図、第2図は、本発明の前提条件となるレーザービーム加工の説明図、第3図は、本発明の適用対象の一例たる電磁式燃料噴射弁の縦断面図、第4図は、第3図の一部拡大断面図、第5図は、本発明の孔あけ加工法を具体化した一例を示す説明図、第6図は、第2図のレーザービーム加工法を具体化した説明図、第7図は、本発明による孔あけ加工法を上記電磁式燃料噴射弁の噴孔に適用した場合の燃料の流れ状態を示す説明図、第8図は、従来の機械式研削により噴孔を仕上げ加工した場合の燃料の流れ状態を示す説明図である。

1…ヨーク、4…電磁コイル、5…ボール弁、6…ノズル本体、7…噴孔、8…取りしろ、10…レーザービーム、10'…ビーム延長線、a…孔（取りしろ）の始端位置、b…孔（取りしろ）の終端位置、c…下孔（下穴）。

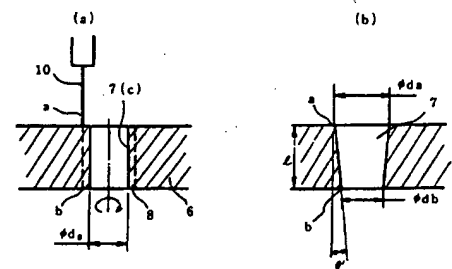
代理人 弁理士 高橋明夫
(他1名)

第1図

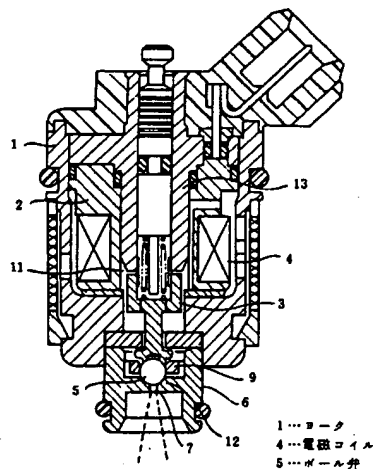


6…ノズル本体、7…噴孔、8…取りしろ、10…レーザービーム、10'…ビーム延長線、a…孔（取りしろ）の始端位置、b…孔（取りしろ）の終端位置、c…下孔（下穴）

第2図

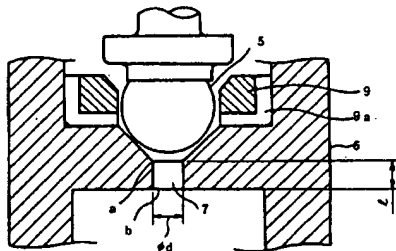


第3図

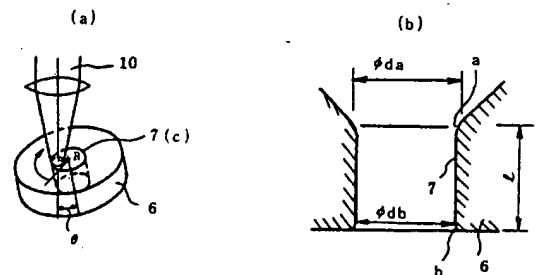


1…ヨーク
4…電磁コイル
5…ボール弁

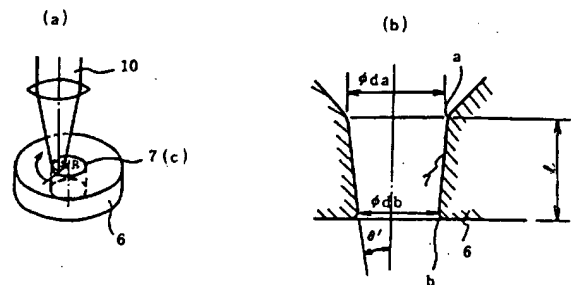
第4図



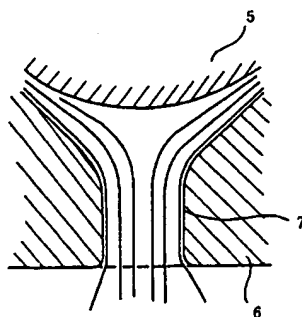
第5図



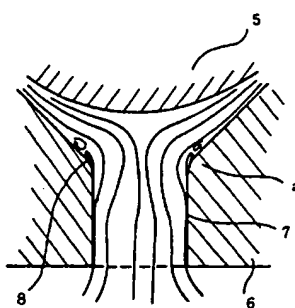
第6図



第 7 図



第 8 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.